

# Хромосомная инженерия

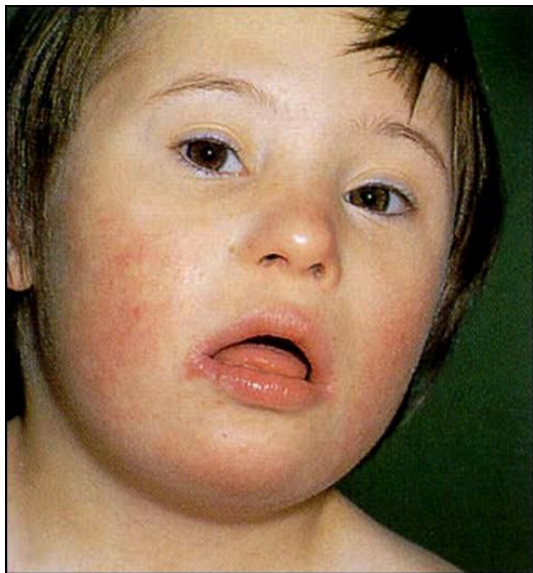
# Хромосомная инженерия

## Методы хромосомной инженерии.

Эффективно используются в селекции растений.

1. Мы уже знакомы с получением *полиплоидных* растений в результате кратного увеличения хромосом.
2. Метод *замещенных линий* основан на замещении одной пары гомологичных хромосом на другую.
3. Метод *дополненных линий* основан на введении в генотип растительного организма пары чужих гомологичных хромосом, контролирующих развитие нужных признаков. С помощью этих методов в растениях собираются признаки, приближающие к созданию «идеального сорта».
4. Перспективен *метод гаплоидов*, основанный на выращивании гаплоидных растений с последующим удвоением хромосом. Например, выращивают из пыльцевых зерен кукурузы гаплоидные растения, содержащие 10 хромосом, затем хромосомы удваивают и получают диплоидные (10 пар хромосом), полностью гомозиготные растения всего за 2 — 3 года вместо 6 — 8 летнего инбридинга-близкородственного скрещивания

# Мутационная изменчивость



Синдром Дауна, лишняя хромосома 21 пары, трисомия по 21 паре.  
47; 21, 21, 21.

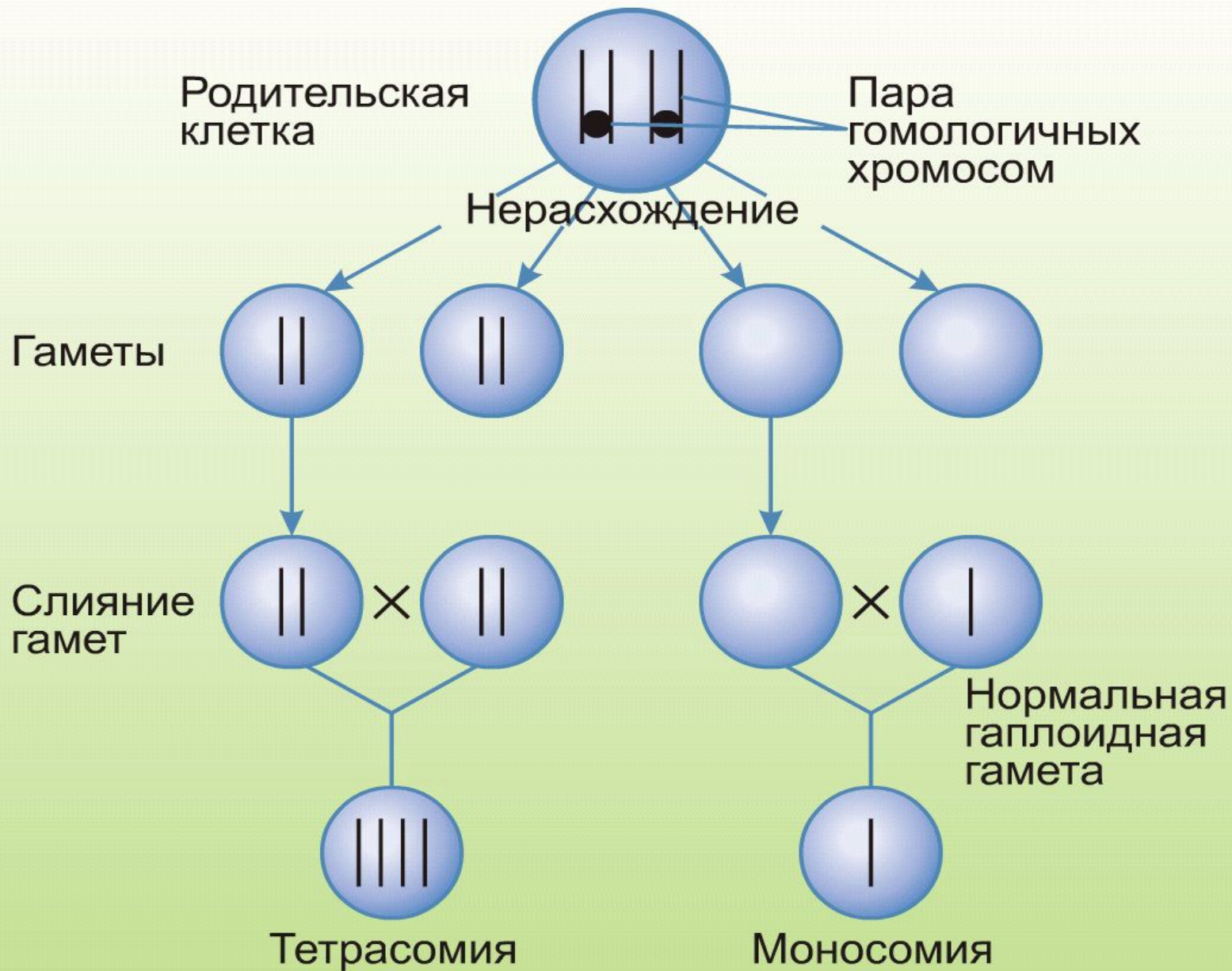
## Геномные мутации. Гетероплоидия (анеуплоидия).

В этом случае *в генотипе или отсутствует какая-нибудь хромосома, или, наоборот, присутствует лишняя.* Чаще всего такие мутации возникают, если при образовании гамет в мейозе хромосомы какой-либо пары расходятся и обе попадают в одну гамету, а в другой гамете одной хромосомы не будет хватать. Как наличие лишней хромосомы, так и отсутствие ее чаще всего приводит к неблагоприятным изменениям в фенотипе.

*Трисомия - синдромом Дауна.*

*Моносомия – синдром Шерешевского-Тернера.*

*Полисомия – несколько лишних хромосом,  $2n + K$ .*



Одна из причин появления геномных мутаций - нарушение нормального хода мейоза.

# Мутационная изменчивость

## Геномные мутации. Полиплоидия.

### Цветки капусты



Диплоиды,  $2n$



Тетраплоиды,  $4n$



Октоплоиды,  $8n$

Частным случаем геномных мутаций является *полиплоидия*, т. е. кратное увеличение числа хромосом в клетках в результате нарушения их расхождения в митозе или мейозе. Соматические клетки таких организмов содержат  $3n$ ,  $4n$ ,  $8n$  и т. п. хромосом в зависимости от того, сколько хромосом было в гаметам, образовавшим этот организм. Полиплоидия часто встречается у бактерий и растений, но очень редко — у животных.

Полиплоидны три четверти всех культивируемых человеком злаков. Если гаплоидный набор хромосом ( $n$ ) для пшеницы равен 7, то основной сорт, разводимый в наших условиях, — мягкая пшеница — имеет по 42 хромосомы, т. е.  $6n$ .

# Мутационная изменчивость

## Цветки капусты



Диплоиды,  $2n$

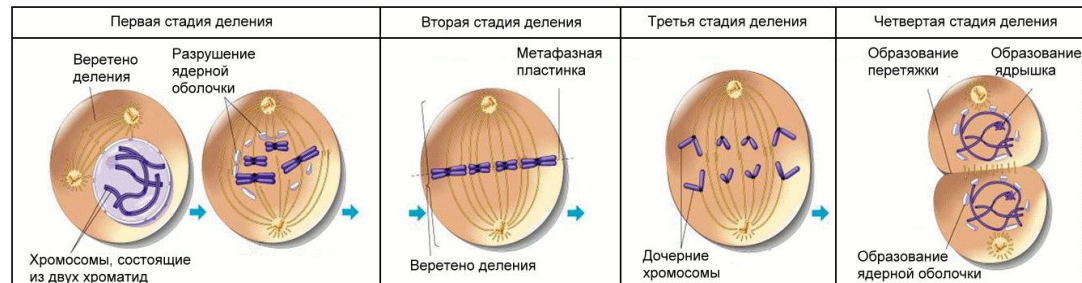


Тетраплоиды,  $4n$



Октоплоиды,  $8n$

Полиплоидами являются окультуренная свекла, гречиха и т. п. Как правило, растения-полиплоиды имеют повышенные жизнеспособность, размеры, плодовитость и т. п. В настоящее время разработаны специальные методы получения полиплоидов. Например, растительный яд из безвременника осеннего — **колхицин** — способен разрушать веретено деления при образовании гамет, в результате чего получаются гаметы, содержащие по  $2n$  хромосом. При слиянии таких гамет в зиготе окажется  $4n$  хромосом.



В настоящий момент связывается прежде всего с возможностями замещения (замены) отдельных хромосом у растений или добавления новых. Известно, что в клетках каждого диплоидного организма имеются пары гомологичных хромосом. Такой организм называют **дисомиком**. Если в какой-либо паре хромосом остается одна гомологичная хромосома, то получается **моносомик**. При добавлении третьей гомологичной хромосомы возникает **трисомик**, а при отсутствии в геноме одной пары гомологичных хромосом возникает **нуллисомик**. Такие манипуляции с хромосомами дают возможность заменять одну или обе гомологичные хромосомы, допустим, одного сорта пшеницы на ту же пару хромосом, но из другого сорта. Что это дает селекционеру? Тем самым он может один признак, который ему кажется слабым у данного сорта, заменить на этот же, но более сильный признак из другого сорта. Таким образом, он **приближается к созданию «идеального» сорта, у которого**

Эту же цель преследует и методика **замены отдельных хромосом одного вида на хромосомы другого вида, близкого по своему происхождению**. В литературе принято вместо слов «замена хромосом» употреблять «замещение хромосом». Поэтому полученные таким путем формы называются **замещенными линиями**.

Другой методический прием состоит во **введении (внедрении) в геном определенного вида или сорта какой-либо дополнительной пары хромосом другого вида растений**, которые определяют развитие признака, отсутствующего у первого вида. Если такое введение пары дополнительных хромосом удастся осуществить, то полученные формы называют **дополненными линиями**.



Получение полиплоидов

Метод дополненных линий

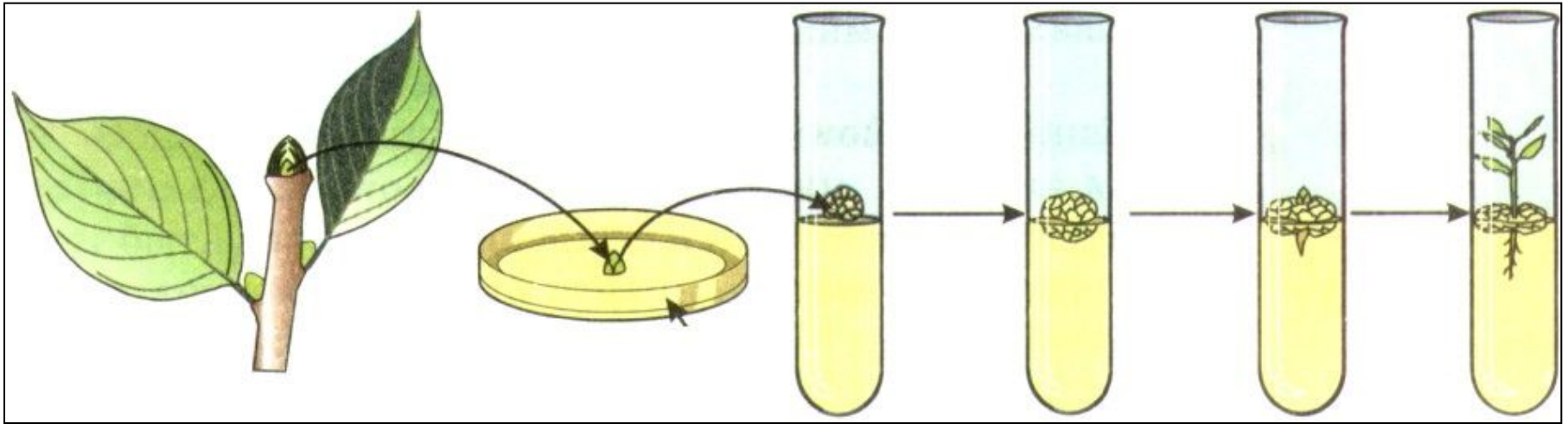
Метод замещенных линий

Метод гаплоидов

*Методы  
хромосомной  
инженерии*

```
graph LR; A[Методы хромосомной инженерии] --> B[Получение полиплоидов]; A --> C[Метод дополненных линий]; A --> D[Метод замещенных линий]; A --> E[Метод гаплоидов];
```

## Клеточная инженерия



**Методы клеточной инженерии** связаны с культивированием отдельных клеток в питательных средах, где они образуют **клеточные культуры**. Оказалось, что клетки растений и животных, помещенных в питательную среду, содержащую все необходимые для жизнедеятельности вещества, способны делиться. Клетки растений обладают еще и свойством **тотипотентности**, то есть при определенных условиях они способны сформировать полноценное растение.

ГМО-это трансгенные организмы,  
наследственный материал которых изменён  
методом генной инженерии с целью придания  
им желаемых свойств.



- *Несмотря на огромный потенциал генной инженерии и её реальные достижения, использование генно-модифицированных продуктов питания воспринимается в мире не однозначно*

# Отношение к ГМО в мире



Томатное пюре – первый ГМ-продукт, появившийся в Европе в 1996 году



Маркировки, обозначающие отсутствие ГМ компонентов в продукте



Демонстрация противников ГМ-продуктов в Лондоне



## Новые ГМ-сорта

- Картофеля, кукурузы, сои, хлопка, защищённые от насекомых-вредителей
- Тыквы, кабачка, хлопка, табака, устойчивые к вирусам
- Устойчивые к специфическому гербициду — трансгенные сорта сои, кукурузы, хлопка, сахарной свёклы, рапса, цикория и мн.других
- Ягодников, синтезирующих с помощью новых генов некоторые необычные ферменты (вместо глюкозы, опасной для диабетиков, - особый сладкий белок и др.)

# Сегодня мало открытой информации о ГМ-продуктах в России

- С 1996 года в России существует закон, регулирующий деятельность в области генной инженерии. Согласно этому документу, импортные продукты, содержащие генетически изменённые компоненты, должны проходить сертификацию и тесты на безопасность в российских научных институтах. После этого они могут вводиться в широкое потребление. Учёные гарантируют безвредность. Однако, согласно мнению учёных, находящихся в оппозиции, тестов, гарантирующих безопасность внедрения чужеродного гена в живой организм и последующего употребления его в пищу человеком, просто НЕ существует.

# ГМП — большой и перспективный бизнес.

- *В мире более 60 млн. га занято под трансгенные культуры: из них 66% в США, 22% в Аргентине. Сегодня 63% сои, 24% кукурузы, 64% хлопка - трансгенные.*



# *Соя – древнейшее культурное растение семейства бобовых*



- Возделывать сою начали в Китае, откуда попала в другие азиатские страны. В Европе она прижилась, а в Америке распространена очень широко. Сегодня почти половина мировых посевов сои сосредоточено в США. Популярность продуктов сои, соевого масла с каждым годом растёт. Соя – самое «трансгенное» растение в мире. В США около 75 % её посевных площадей засеяны ГМ сортами, а в Аргентине они составляют 99%.*



# Что несёт человечеству генная инженерия?

*Не исключено, что трансгенные организмы, созданные без учета их вероятных экологических характеристик и не прошедшие длительной совместной эволюции с природными организмами, «вырвавшись из пробирки на свободу», смогут бесконтрольно и неограниченно размножиться, что может привести к непредсказуемым катастрофическим последствиям. Такого рода опасения заставили ученых разработать чрезвычайно строгие меры безопасности при проведении экспериментов (в их числе — биологическая защита, то есть конструирование ослабленных микроорганизмов, способных жить только в искусственных условиях лаборатории).*

# *Какие перспективы генной инженерии?*

*С развитием генетических технологий человечество впервые в истории получает возможность с помощью медицинской генетики уменьшить груз патологической наследственности, накопленной в процессе эволюции, избавиться от многих наследственных заболеваний, в частности, путем замены патологического гена нормальным.*

Генная инженерия помимо теоретических задач — изучение структурно-функциональной организации генома различных организмов — решает множество практических задач.

- Учёные Вашингтонского Университета вывели сорт ГМО-тополя, который может деструктировать определённые промышленные яды (хлороформ, бензол, трихлорэтилен), отравляющие природу, перерабатывая их в безвредные вещества ( $H_2O$  и  $CO_2$ ).
- Фиторемедиация, или фитоочистка, служит новым перспективным методом решения проблемы промышленных загрязнителей.

## ГМО бактерии уничтожают опухоли

- *Большинство раковых опухолей имеют центральную зону, где существенно понижено содержание кислорода (область гипоксии). Раковые клетки в такой области не способны к бесконтрольному делению и разрастанию, но они и не поддаются действию химиопрепаратов, «мишенью» которых являются быстро растущие клетки.*

# ГМО бактерии уничтожают опухоли



- В качестве альтернативы лечения раковых заболеваний генетики предложили почвенную бактерию *Clostridium novyi-NT*-микроорганизм, обитающий в почве, не выносящий кислорода, то есть анаэробный организм. Споры бактерий вводятся внутривенно и распространяются с током крови по организму, локализуясь именно в зоне гипоксии опухоли. В благоприятных условиях споры прорастают и начинают конкурировать с клетками опухоли, убивая клетки.

# Миф о трансгенной угрозе

- *Писать про генетически модифицированные растения сегодня модно, как раньше было модно бороться с пестицидами и нитратами. Кто-то пишет, что эти растения - порождение биологического оружия, кто-то - что экспериментальные мутации опасны для здоровья человека. Ситуация с отношением общества к генетически модифицированным растениям усугубляется еще и невысокой образованностью населения в области биологии: одно слово "трансгенный" вызывает страх. По этому поводу среди ученых-биотехнологов бытует анекдот: "Люди думают, что трансгенная пища вредна тем, что в ней есть гены, а зато в обычных продуктах никаких генов нет".*

# Доподлинно не установлено, может ли нанести вред потребления ГМО

- При философском подходе к этому вопросу можно прийти к тому, что сам человек – результат мутаций.
- При практическом взгляде на ситуацию необходимо признать, население Земли растёт, и прокормить миллиарды людей становится непростой задачей. При выборе решения стоит учитывать, что появление новой мутации человека может привести к исчезновению нас с вами.



# Домашнее задание

1. Святой Престол дополнил список из семи «традиционных» смертных грехов еще семью новыми погрешностями: генная инженерия, опыты на людях, загрязнение окружающей среды, социальная несправедливость, доведение до бедности, неумеренное обогащение и употребление наркотиков.

Каково Ваше мнение о такой оценке генной инженерии? Ответ аргументируйте.



# В католическом богословии

- гордыня (тщеславие).
- алчность,
- зависть,
- гнев,
- похоть
- чревоугодие,
- лень или уныние.

Учение о восьми главных грехах сформировалось в монашеской среде, в восточной христианской аскетике

- Γαστριμαργία (gastrimargia) — чревоугодие (обжорство)
- Πορνεία (pornia) — прелюбодеяние и блуд
- Φιλαργυρία (philargüria) — алчность (сребролюбие)
- Θλίψη — печаль
- Ὀργή (orgē) — гнев
- Ἀκηδία (acēdia) — уныние
- Κενοδοξία (cenodoxia) — тщеславие
- Ὑπερηφάνια (hyperēphania) — гордыня (гордость)

# В западном христианстве ввёл папа Григорий I Великий 7 грехов

- Superbia (гордыня)
- Invidia (зависть)
- Ira (гнев)
- Acedia (уныние)
- Avaritia (алчность)
- Gula (чревоугодие)
- Luxuria (похоть, блуд)